

R. Ra'e Ga
Curitiba, v.47, n.1, p. 49-66, Jul/2020

DOI: 10.5380/raega
eISSN:2177-2738



RIESGOS AMBIENTALES. PARTIDO DE TRES ARROYOS. REGIÓN PAMPEANA AUSTRAL. ARGENTINA.

ENVIRONMENTAL RISKS IN TRES ARROYOS COUNTY (REGION PAMPEANA AUSTRAL, ARGENTINA)

Patricia Vazquez¹, Monica Sacido², Diana Ruiz Gonzales³

RESUMEN

El partido de Tres Arroyos, inserto en la Región Pampa Austral, manifiesta una clara tendencia al "proceso de agriculturización". El presente trabajo plantea como objetivo analizar las transformaciones agroproductivas del Partido durante los años 2002-2015 a partir del uso de sensores remotos y estimar los indicadores de sustentabilidad: Riesgo de Contaminación por Plaguicidas (RCP) y Riesgo de Intervención del Hábitat (RIH). Metodológicamente, se obtuvieron imágenes satelitales a partir del satélite Landsat 5 (sensor TM) y Landsat 8 (sensor OLI) (Software ENVI 5.1) y se realizaron correcciones geométrica y radiométrica. Conjuntamente se efectuaron campañas de campo y entrevistas a productores. A partir de estos datos se obtuvieron imágenes clasificadas supervisadas, y se calcularon los indicadores de sustentabilidad: RCP y RIH, adaptados del Software AGROECOINDEX. Los resultados indican que la agricultura se incrementó en 49,11%, en desmedro de los pastizales y pasturas naturales que disminuyeron en un 35,55%. Respecto del indicador RIH se observa un aumento de 11,33%, y esta misma tendencia se observa en el indicador RCP (118,1%). Se concluye que se acentúan las problemáticas ambientales en función de la agriculturización, y se observa que para optimizar el manejo de los sistemas agrícola-ganaderos, la utilización de sensores remotos e indicadores de sustentabilidad, contribuyen como herramientas que permiten lograr un diagnóstico ambiental para la consecuente planificación y futuro ordenamiento territorial del partido de Tres Arroyos.

Palabras clave: agriculturización; imágenes satelitales clasificadas; indicadores de sustentabilidad, contaminación e intervención del hábitat; ordenamiento territorial.

ABSTRACT

Tres Arroyos Country, inside the southern Pampa, shows a clear tendency to the "agriculturalization process". The present paper aims to analyze the 2002 to 2015 Country agroproductive transformations from the use of remote sensors and estimate the sustainability indicators (RCP) and Risk of Habitat Intervention (RIH). Satellite images were obtained methodologically, from the Landsat 5 satellite (TM sensor) and the Landsat 8 (OLI sensor) (ENVI 5.1) and then geometric and radiometric corrected. Simultaneously, field campaigns and interviews with producers were carried out. From these data, supervised classified images were obtained, and the sustainability indicators were calculated: RCP and RIH, adapted from the AGROECOINDEX Software. As a result, the agriculture increased 49.11%, leading to the pastures and natural pastures detriment decreasing 35.55%. The RIH indicator shows a 11.33% increase, a trend observed as well in the RCP indicator (118.1%). We concluded that the environmental problems are accentuated in function of the agriculturalization. The use of remote sensors and sustainability indicators allow the agricultural-livestock system management optimization, they also contribute as tools allowing environmental diagnosis and therefore the future planning and territorial ordering of the Tres Arroyos Country.

Keywords: agriculturalization; classified satellite images; sustainability indicators; pollution and habitat intervention; territorial ordering.

Recebido em: 17/05/2018

Aceito em: 22/07/2019

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). email: patriciavazquez11@gmail.com

² Universidad Nacional de Rosario. email: msacido@hotmail.com

³ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. email: diru01@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico y social de una región y del país está directamente relacionado con la disponibilidad de sus recursos naturales. Además, toda visión de desarrollo integrado y sostenible a través del tiempo requiere que esos recursos naturales, y especialmente de que las tierras, mantengan su integridad física y capacidad productiva, en un marco de estabilidad ambiental y social (Cisneros et al., 2008, p. 11).

En Argentina, a partir de 1970 se inició una expansión sostenida y acelerada de la producción de soja, la cual se realiza en reemplazo de sistemas naturales o seminaturales por este cultivo lo que implica una pérdida directa de biodiversidad nativa (Donald, 2004, p. 17). El crecimiento de la soja, tanto en superficie sembrada como en rendimiento, ha sido permanente desde su introducción en la región pampeana, el cultivo de esta oleaginosa cobró un nuevo salto en Argentina a partir de 1996, con el lanzamiento al mercado de variedades de soja transgénica (en particular de la soja RR resistente al herbicida glifosato) y su asociación con la siembra directa, asociado al uso de grandes dosis de insumos costosos y/o escasos (combustibles fósiles, plaguicidas, fertilizantes, semillas híbridas, maquinarias, agua para riego, entre otros). Dicho proceso con un uso creciente y continuo de las tierras para cultivos agrícolas en detrimento de los usos ganaderos o mixtos, se denomina “agriculturización”, mostrando una tendencia de la agricultura hacia el desarrollo de producciones orientadas al monocultivo (Manuel-Navarrete y Gallopin, 2007: p. 14).

Lo anterior se encuentra asociado a una serie de problemas ambientales, algunos de ellos de gran envergadura, que ponen en duda la permanencia en el tiempo de este modelo. Por lo tanto, no hay dudas que el mantenimiento de niveles adecuados de producción agrícola, junto con la conservación de los recursos naturales es uno de los mayores desafíos que deberá enfrentar la humanidad en las próximas décadas (Sarandón y Flores, 2014, p. 50).

El escenario planteado previamente, se ve reforzado por la opinión de Viglizzo y Jobbágy

(2010), donde según lo analizado, las tecnologías disponibles en las últimas décadas estimularon la especialización de los sistemas agrícolas para facilitar su manejo y maximizar la captura de recursos por parte de los cultivos. Así, los agroecosistemas pampeanos han sido difusa e intensamente transformados como consecuencia de los procesos agropecuarios. Es indiscutible que la agricultura genera niveles elevados de disturbios, basados en variadas perturbaciones que causa al ecosistema en cada estación de crecimiento. Estas perturbaciones logran promover la reducción de la biodiversidad global y local en todos los niveles. Esto se traduce en la pérdida, modificación y fragmentación del hábitat, de la degradación del suelo y del agua y de la sobreexplotación de las especies nativas (Altieri y Nicholls, 2000, p. 183).

Además, los agroecosistemas se ven afectados por el uso de agroquímicos y la siembra directa, que han sido parte de los modelos productivos aplicados en la región y, por lo tanto, es esperable que hayan impactado sobre funciones de los sistemas agrícolas actuales. Razón por la cual, los plaguicidas se han convertido en uno de los componentes principales de la agricultura y, aunque su uso es considerado económicamente rentable para la mayoría de los sistemas, los efectos secundarios que tienen sobre el ambiente son frecuentemente negativos. Por lo tanto, generan costos que raramente son considerados en los balances para el cálculo de la rentabilidad de la empresa agropecuaria (Wilson y Tisdell, 2001; Hooper et al., 2005).

Ante la situación mencionada se hace necesario el desarrollo de alternativas más sustentables como lo constituye la Agroecología, la cual promueve un manejo de los agroecosistemas que tenga en consideración una producción eficiente y rentable a largo plazo considerando el costo ecológico, a la vez que se promueva la conservación de suelos, agua, energía y recursos biológicos, un aumento en la biodiversidad funcional de los sistemas productivos, menor dependencia del uso de insumos externos, un desarrollo de tecnologías que sean cultural y socialmente aceptables, entre

RIESGOS AMBIENTALES. PARTIDO DE TRES ARROYOS. REGIÓN PAMPEANA AUSTRAL. ARGENTINA.

otros. En principio un aumento de la sustentabilidad de un proceso productivo implicaría una disminución en los impactos que ésta genera al ambiente. Este análisis implica, no sólo realizar una enumeración de los impactos, sino evaluar a partir de indicadores de sustentabilidad, la intensidad, magnitud, reversibilidad de estos (Sarandón y Flores, 2014, p. 50).

Ante todo lo expresado, este trabajo pretende⁴, analizar las transformaciones agroproductivas del partido de Tres Arroyos durante el período 2002-2015 a partir de sensores remotos, y estimar indicadores de sustentabilidad relacionados con el Riesgo de Contaminación por Plaguicidas (RCP) y Riesgo de Intervención del Hábitat (RIH), adaptados del Software AGROECOINDEX (Viggliozzo, 2003).

Luego, en el contexto planteado, la elaboración de propuestas tendientes al ordenamiento territorial de los agroecosistemas constituye una tarea prioritaria para asegurar la protección de los recursos naturales (agua, suelo, vegetación) que sustentan el desarrollo de las actividades.

2. ÁREA DE STUDIO

La Región Pampeana Argentina, se subdivide en subregiones, tal como lo proponen por los autores Viggliozzo y Jobbágy (2010, p.10), quienes realizan una clasificación teniendo en cuenta la calidad de sus suelos y las precipitaciones, y el partido de Tres Arroyos queda inserto en la Región Pampeana Austral (RPA) que se caracteriza por ser una pradera llana con suave declive al mar y suelos fértiles. Se encuentra atravesada por un cordón serrano, el sistema de Tandilla, albergando una amplia diversidad de especies y ofreciendo un paisaje de valor ambiental y turístico. Se encuentra ubicado en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, posee una superficie de 5963 km² (Figura 1). Limita hacia el este con el partido de San Cayetano, hacia el

norte con los partidos de Adolfo Gonzáles Chaves y Coronel Pringles, hacia el oeste con el partido de Coronel Dorrego y hacia el sur con el océano Atlántico (Figura1).

Desde el punto de vista fitogeográfico el área de estudio forma parte de la Provincia Pampeana descrita por Cabrera (1976), con condiciones agroecológicas favorables, y por lo tanto la sustitución extensiva de la vegetación originaria de pseudoestepa de gramíneas por agroecosistemas es una característica de la Región Pampeana. No obstante, este reemplazo de pastizales nativos, las variaciones en las características geomorfológicas, edáficas e hidrológicas, son las que determinan en mayor o menor medida, la capacidad de uso de las tierras, las limitaciones para el desarrollo agroproductivo y los niveles de intervención de los ecosistemas endógenos.

⁴ La profundización del procesamiento digital de imágenes y obtención de datos de terreno en la Región Pampeana Austral, propuesto en el Proyecto PIP (0044)/

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Específicamente en este caso de estudio el Partido de Tres Arroyos.

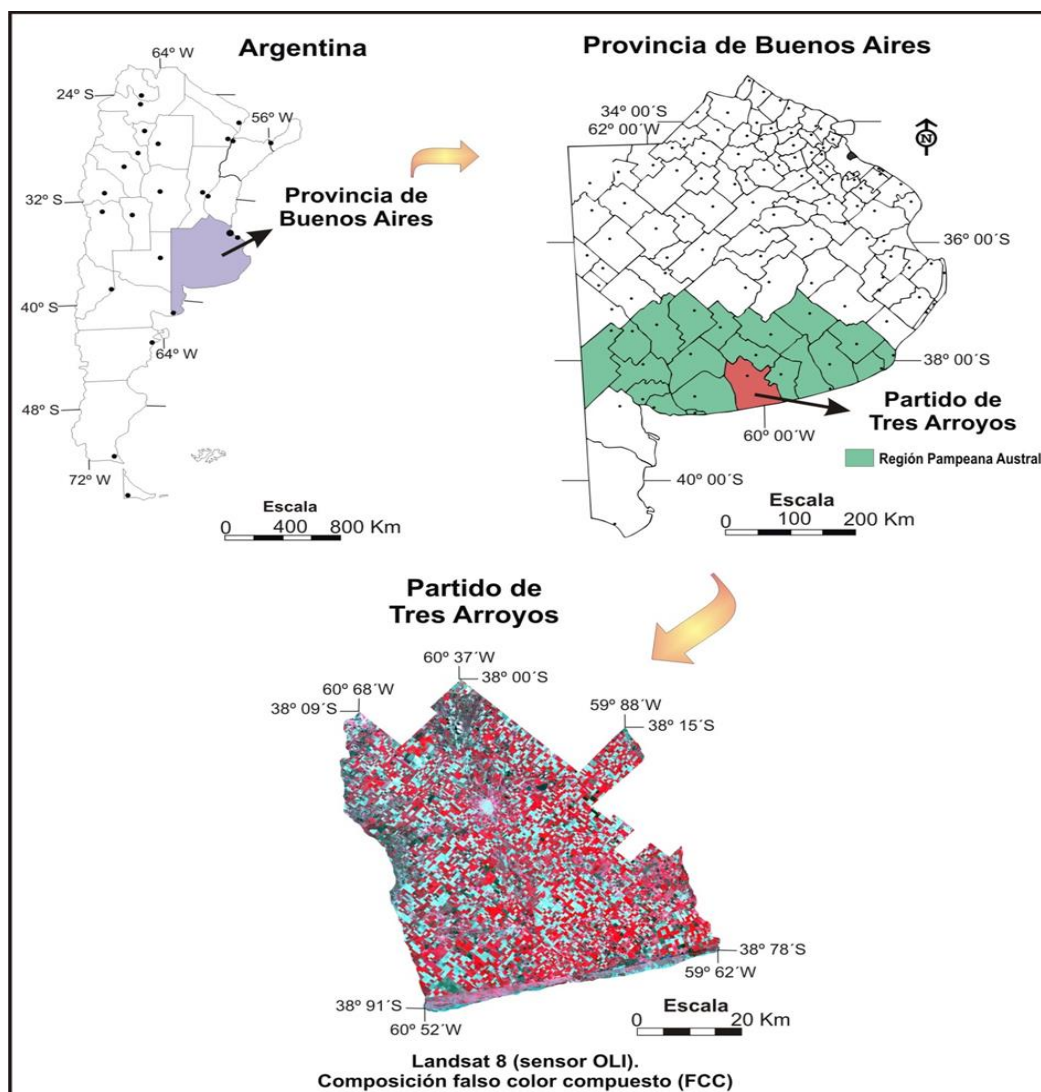


Figura 1 - Localización del partido de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires, Región Pampeana Austral, Argentina. Fuente: Elaboración propia.

Según las autoras Vazquez et al. (2019; 2018; 2017; 2016; 2014; entre otros) en las últimas décadas se observaron que en diversos Partidos y Cuencas de la RPA, se generó un avance de la agriculturización en los agroecosistemas con consecuentes impactos ambientales derivados de los paquetes tecnológicos aplicados homogéneamente en los diversos paisajes. En la Figura 2, pueden observarse los principales paisajes y cultivos del partido de Tres Arroyos (RPA), el cual no queda ajeno al proceso de agriculturización y sus derivaciones acompañados por un aumento en los riesgos ambientales

asociados en primer lugar al reemplazo de sistemas ganaderos basados en pastizales naturales y pasturas por sistemas agrícolas, lo que contribuye a la homogenización de los paisajes agropecuarios, con pérdida de diversidad genética, impactos sobre agua y suelo por el uso intensivo de agroquímicos, aumento de procesos erosivos, aumento de malezas resistentes, pérdida de nutrientes, uso de combustibles fósiles que contribuyen al cambio climático, pérdida de eficiencia energética, entre otros.



Figura 2 - Cultivos sembrados en paisajes del partido de Tres Arroyos (2002/2015). Fuente: Elaboración propia.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de las transformaciones mencionadas demandó la comparación de los usos de las tierras del Partido en un período de 14 años. Para ello se utilizaron dos imágenes satelitales: una captada por el sensor TM de la misión Landsat 5 del año 2002, y otra captada por el sensor OLI de la misión Landsat 8 del año 2015. Las imágenes, con Path/Row 225-86, fueron adquiridas del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) de Brasil, www.inpe.br, y de la página <http://landsat.usgs.gov/> correspondiente

a U.S. Department of the Interior, respectivamente. Para el procesamiento de las imágenes se utilizó el Software ENVI 5.1 (Reserch System Inc., Boulder, CO, USA).

Las imágenes Landsat 5 y 8, estas últimas con mejoras de sensor y calibración (Roy et al., 2016), fueron llevadas a la proyección UTM-Datum WGS-84 - Zona 21 Sur. Luego se realizó una corrección atmosférica, en principio se calibraron las imágenes para convertir los niveles digitales en niveles de satélite de radiancia (Chander y Markham, 2003, 2682 p.; Chander et al., 2007, 492

RIESGOS AMBIENTALES. PARTIDO DE TRES ARROYOS. REGIÓN PAMPEANA AUSTRAL. ARGENTINA.

p.) y luego a reflectancia TOA (Soudani et al., 2006, p. 168).

Luego, se procedió a la realización de la clasificación supervisada de las imágenes procesadas, donde se definieron 5 grandes clases de uso: áreas agrícolas, áreas de pastizales y pasturas, áreas urbanas, cuerpos de agua superficiales y áreas de médanos y playa. En la fase de asignación, se aplicó el Clasificador de Máxima Probabilidad.

Posteriormente se aplicaron los indicadores de sustentabilidad tanto el RCP como el RIH. En ambos casos se estimó mediante el cálculo de un indicador obtenido del Software AGROECOINDEX, desarrollado por Viglizzo (2003), con modificaciones realizadas a partir de los datos obtenidos desde las imágenes satelitales clasificadas (ISC).

Luego, el impacto específico referido al RCP, se calculó sobre la base de la información aportada por las ISC y entrevistas a informantes calificados, donde se determinaron los principales plaguicidas aplicados en 2002 y 2015. Posteriormente, se utilizó la siguiente ecuación para estimar el riesgo relativo de los compuestos:

$$RCP = \frac{\left(\frac{1000}{DL50} \left[\frac{Ksp + R}{2} + Koc + T^{\frac{1}{2}} \right] \times C \times S \right)}{10.000.000.000}$$

Donde: DL 50, es el promedio de la dosis letal de los principales plaguicidas utilizados, que determina la toxicidad de los compuestos; Ksp, es el promedio de la solubilidad en agua de los principales plaguicidas utilizados; R, expresa la permeabilidad del suelo en las capas superficiales; Koc, es el promedio de coeficientes de adsorción de los compuestos por la fase orgánica del suelo; $T^{\frac{1}{2}}$, es el promedio de la vida media de los productos utilizados; C, expresa la cantidad de producto aplicada por unidad de superficie; y S, es la superficie total en la cual se aplica el producto (en este caso, corresponde a las áreas agrícolas del Partido obtenidas a partir de las ISC). Dado que el indicador de riesgo de contaminación se calculó considerando un espacio regional, la ecuación se ajustó dividiendo luego el resultado final, para evitar números extensos.

Mientras que el impacto referido a evaluar las consecuencias de las transformaciones agroproductivas sobre el hábitat, se estimó a partir del indicador de sustentabilidad de RIH. Este apunta a generar un índice relativo que valore el impacto negativo que impone un proceso productivo sobre la biodiversidad del lugar donde se realiza. Mediante el uso de determinados coeficientes, el indicador compara la vegetación actual con la vegetación potencial del mismo (la vegetación que se supone que habría si el hombre no hubiese intervenido en el proceso sucesional). La comparación es realizada a través de “Puntos de Impacto”, donde las mayores puntuaciones pueden ser entendidas como mayores efectos negativos sobre la flora nativa y la biodiversidad. Lo anterior se puede observar en el Tabla 1:

Cantidad de especies	Este es el coeficiente que se considera de mayor importancia relativa, y se asignan 10 puntos de impacto si existe un cambio significativo (tanto pérdida como ganancia de especies) en la cantidad de especies debido a la intervención humana y 0 puntos si no hay cambio
Origen	Se asignan 7,5 puntos de impacto si una proporción significativa de las especies presentes en la vegetación actual son introducidas a un determinado ecosistema. Se parte del supuesto que la vegetación nativa, al haber coexistido con la fauna nativa, tiene mayor capacidad de servirle de hábitat que la vegetación exótica.
Periodicidad	Referida a la vegetación dominante. Si la vegetación potencial era perenne y es reemplazada por especies anuales (aún si fueran nativas), se asignan al potrero correspondiente 5 puntos de impacto. Lo mismo sucede si la vegetación potencial era mayoritariamente anual y pasa a ser perenne.
Organización en estratos verticales naturales	Se asume que una mayor cantidad de estratos se corresponde con una mayor disponibilidad de sitios para su utilización como hábitats. Por consiguiente, un cambio en este número determina un cambio en la capacidad de provisión de refugio y alimento de los ecosistemas. Se asignan 2,5 puntos de impacto cuando esto ocurre.
Organización en sub-estratos verticales	Tiene un nivel de importancia relativa menor e incluye los cambios en la cantidad de sub-estratos dentro de alguno (o algunos) de los estratos principales.

Tabla 1 - Coeficientes utilizados para de comparación de vegetación actual con la vegetación potencial del mismo. Fuente: Elaboración propia a partir de Viglizzo (2003).

Para obtener el valor del indicador de RIH en el Partido, en primera instancia, se suman los coeficientes obtenidos para cada actividad y se divide dicha sumatoria por 26 (para obtener un valor de cero a uno). Este procedimiento permite estimar el “riesgo parcial de intervención del hábitat” (RPIH), tal como se muestra a continuación:

$$RPIH = \frac{Ce+Or+Pe+Oev+Osv}{26}$$

Donde: RPIH, es el indicador de riesgo parcial de intervención del hábitat; Ce, es el coeficiente relativo a la cantidad de especies; Or, indica el coeficiente referido al origen; Pe, expresa el coeficiente de periodicidad; Oev, es el coeficiente de organización de estratos verticales; y Osv, corresponde al coeficiente de estratos subverticales.

Posteriormente, los valores obtenidos para cada actividad (riesgo parcial de intervención del hábitat) se multiplican por un coeficiente de ponderación que expresa la superficie ocupada por cada actividad en el Partido. De esta manera,

la sumatoria de los valores obtenidos expresa el riesgo de intervención del hábitat, el cual queda representado de la siguiente forma:

$$RIH = \sum cpSupAc * RPIH$$

Donde: RIH, es el indicador de riesgo de intervención del hábitat; cpSupAc, es el coeficiente de ponderación que indica la proporción de la superficie del Partido ocupada el uso agrícola obtenido en las ISC; y RPIH, es el indicador de riesgo de intervención del hábitat.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Usos de la tierra en el partido de Tres Arroyos (2002-2015)

Son varios los autores que plantean que los datos Landsat se han integrado facilitando las aplicaciones orientadas a la observación y monitoreo de la Tierra. En la última década este aumento se debe en parte a la cobertura gratuita y global. Estos archivos de imágenes en constante expansión del programa Landsat poseen valiosos datos para el monitoreo ecológico, el cambio detección de usos y conservación de la

RIESGOS AMBIENTALES. PARTIDO DE TRES ARROYOS. REGIÓN PAMPEANA AUSTRAL. ARGENTINA.

biodiversidad (Young et al., 2017; Vogelmann, et al., 2016; Loveland, y Dwyer, 2012).

Luego, las ISC permitieron realizar un análisis comparativo de los cambios en el uso de la tierra⁵. En el partido de Tres Arroyos, para los años

seleccionados, a partir de las clases identificadas con las superficies correspondientes (Tabla 2 y Figura 3).

Clases	Píxeles 2002	Sup. 2002 (km²)	Píxeles 2015	Sup. 2015 (km²)
Áreas urbanas	30.586,64	24,84	35.399,20	28,75
Áreas con pastizales y pasturas	4.132.325,29	3.356,48	2.663.161,13	2.163,15
Áreas agrícolas	2.857.630,04	2.321,11	4.261.007,08	3.461,00
Médanos y playas	6.2105,00	50,44	71.002,00	57,67
Cuerpos de agua superficiales	258.688,83	210,12	310766,39	252,42
Superficie del Partido	7.341.335,80	5.962,00	7.341.335,80	5.962,00

Tabla 2 - Partido de Tres Arroyos: superficie ocupada por cada uso de la tierra. Fuente: Elaboración propia a partir de la clasificación supervisada de las imágenes Landsat 5 y 8.

Los resultados indican cambios en el uso de la tierra, debido a que los datos proporcionados por la ISC de 2002, indican que las áreas referidas a usos agrícolas muestran un porcentaje de crecimiento del 49,11% entre 2002 y 2015, mientras que se observa en los usos de pastizales y pasturas (ganadería) un porcentaje de decrecimiento del 35,55%.

⁵ Entendiendo al concepto del término “tierra”, al propuesto por la FAO (1972), donde afirma que la tierra constituye una porción geográficamente definida del planeta, cuyas características integran atributos razonablemente estables o predeciblemente cíclicos de la biósfera, y que sobreyacen o subyacen a la superficie del área, incluyendo la atmósfera, el suelo, el sustrato geológico, las aguas, las poblaciones de plantas y animales, como asimismo los resultados de todas las

intervenciones de la ocupación y uso humano del área, en la medida en que los atributos naturales y culturales resultantes de la intervención influyan apreciablemente sobre el uso actual y futuro que haga el hombre.

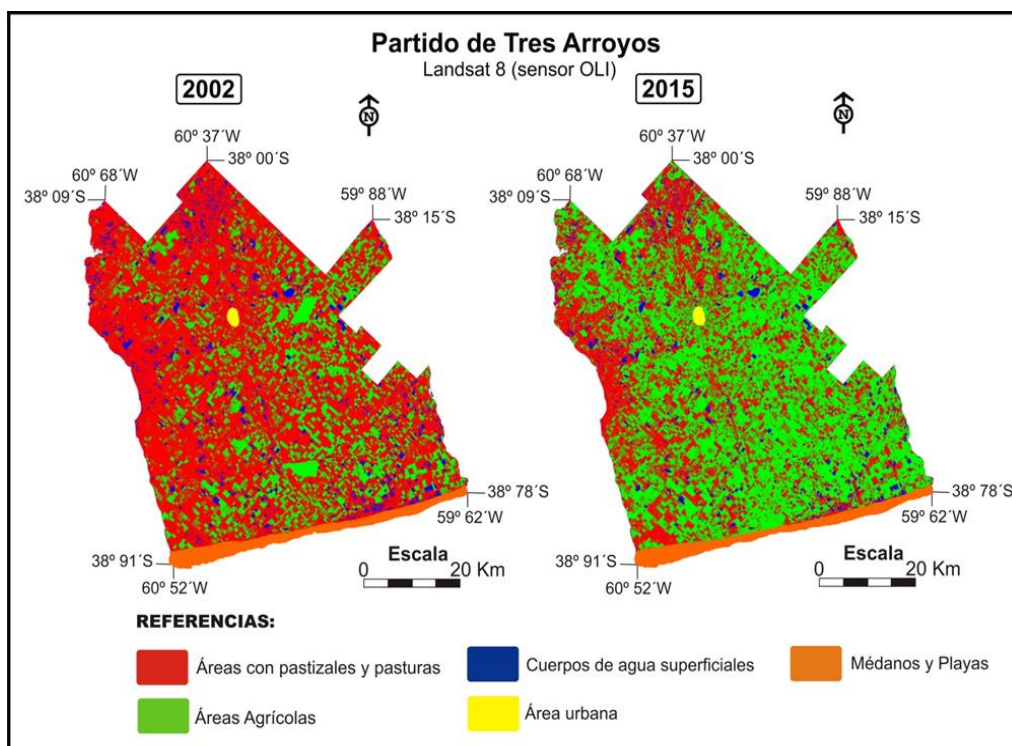


Figura 3 - Clases de uso del suelo del partido de Tres Arroyos (2002-2015). Fuente: Elaboración propia a partir de la clasificación supervisada de las imágenes Landsat 5 y 8

Considerando lo anterior, la agriculturización de los sistemas productivos ha disminuido la superficie dedicada a la ganadería. Además, originó transformaciones que perturban la capacidad de los ecosistemas de proveer bienes y servicios esenciales, como la regulación de la concentración de gases atmosféricos, regulación climática e hídrica, ciclado de nutrientes, mantenimiento de la biodiversidad y control de la erosión (Paruelo y Oesterheld, 2004).

Por otra parte, Viglizzo (2006, p. 12) afirma que el avance de cultivos sobre suelos frágiles produce mayor riesgo de desertificación y erosión, y genera el desplazamiento de la ganadería hacia áreas marginales. Finalmente, asevera que la sustitución de pastizales y pasturas por cultivos anuales acrecientan el riesgo biofísico y económico de los sistemas de producción.

Por consiguiente, la agriculturización ha concebido una serie de modificaciones en la práctica de la actividad ganadera, destacándose como principales consecuencias el reordenamiento territorial de la ganadería y la

reducción de la superficie ganadera (Bilenca, et al., 2012, p. 190).

A continuación se muestran las tendencias de los principales cambios respecto de los cultivos por hectáreas sembrados en el partido de Tres Arroyos para 2002 y 2015 (Gráfico 1), donde se puede observar que los cereales y oleaginosas más importantes en cuanto a hectáreas sembradas para cada año presentan diferencias en el período seleccionado, ya que en el año 2002 los principales cultivos eran el trigo (cereal), el cual ocupaba la mayor superficie del Partido en ese año y el girasol (oleaginosa) en segundo lugar, mientras que la soja (oleaginosa) era aún incipiente, encontrándose en el último lugar respecto de la superficie sembrada del Partido. Sin embargo, para 2015 la soja pasa a ser el cultivo principal, con el aumento más significativo del 1.694,07%; y en segundo lugar se mantiene el trigo, aunque se produce un decrecimiento del mismo del 53,75%. Respecto del girasol, presenta una disminución del 20,63%, mientras que la cebada cervecera exhibe un aumento del 1.345,93% para 2015. El maíz (cereal)

RIESGOS AMBIENTALES. PARTIDO DE TRES ARROYOS. REGIÓN PAMPEANA AUSTRAL. ARGENTINA.

también presenta un aumento de superficie sembrada para 2015 del 106,80%.

Lo anterior se explica, según Tomaso (2004, p. 80) quien dice que hasta 1985 el cultivo de cebada cervecera decayó en forma considerable, pero al realizarse la firma del tratado de complementación económica entre la Argentina y Brasil (luego conocido como Mercosur), vuelve a tomar importancia y comienza a crecer la superficie implantada. Esta situación generó la instalación de nuevas y modernas industrias malteras (principales destinatarias del mencionado cultivo) y la

ampliación de las existentes, mayor demanda de materia prima y una exportación creciente. Además de lo ya mencionado, la aparición de variedades de cebada que permiten la obtención de rendimientos equivalentes o aún mayores a los del trigo y, sobre todo, la posibilidad de anticipar la siembra de soja de segunda son las principales causas de esta difusión. Por último, el aumento del cultivo de soja, se da debido a los precios crecientes de este “commodity” en el mercado internacional, sus altos rendimientos, los cortos plazos de rotación y bajos costos de labranza (Aizen et al., 2009, p.48).

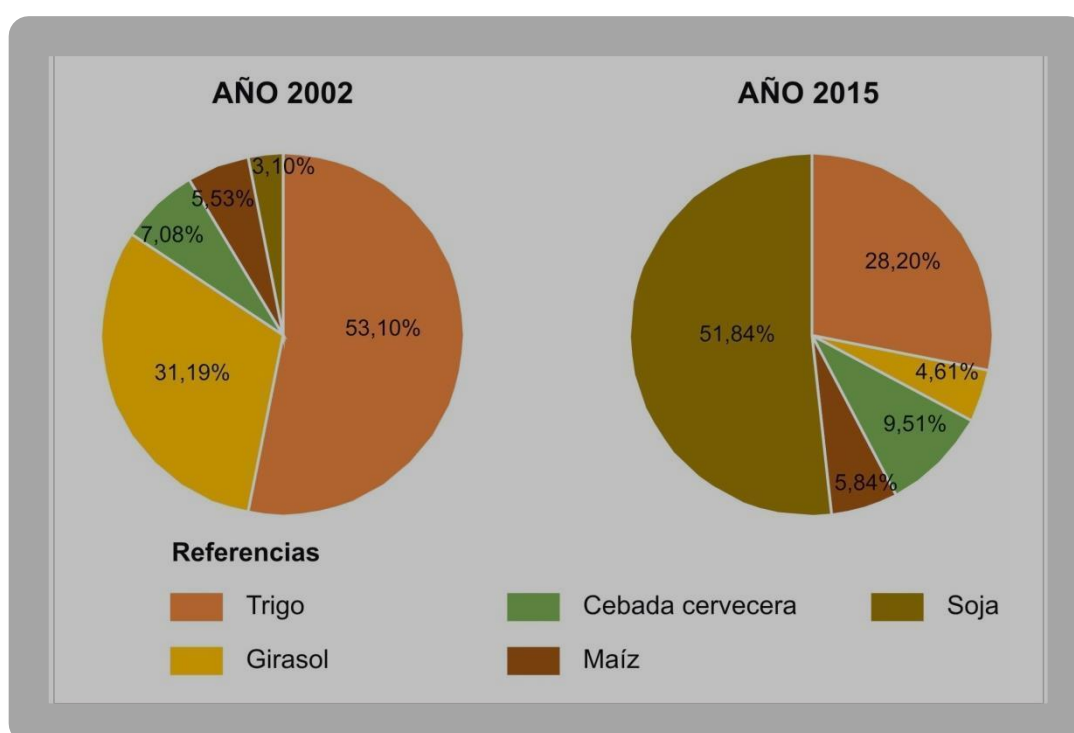


Gráfico 1 - Principales cultivos por hectárea sembrados en el partido de Tres Arroyos para el período 2002/2015. Fuente: Elaboración sobre la base de <http://www.siaa.gov.ar/index.php>

Los paquetes tecnológicos que se han venido implementando, han pasado de un moderado consumo de insumos y rendimientos medios hacia un nuevo umbral de producción intensiva en capital, maquinarias y agroquímicos, elevando su productividad y, según entrevistas de campo, aumenta el uso de transgénicos y se produce un cambio de siembra tradicional, a siembra directa, con doble cultivo (cereal/oleaginosa), a partir del 2002 (Vazquez, 2004, p. 97), siendo el principal aspecto que

favoreció la intensificación del proceso de agriculturización ocasionando diversos impactos ambientales.

De acuerdo con Altieri (2002) en la actualidad, las empresas multinacionales tienden a crear amplios mercados internacionales para un solo producto (como es el caso de la soja), generando así las condiciones para la uniformidad genética en el medio rural. Aunque un cierto grado de homogeneidad de los cultivos puede tener ciertas ventajas económicas, posee dos

RIESGOS AMBIENTALES. PARTIDO DE TRES ARROYOS. REGIÓN PAMPEANA AUSTRAL. ARGENTINA.

inconvenientes ecológicos: primero, la historia demuestra que un área extensa dedicada a un solo cultivo es muy vulnerable a un nuevo patógeno o plaga y; segundo, el uso extendido de un solo cultivo lleva a la pérdida de diversidad genética. Además, lo mencionado se traduce en impactos sobre agua y suelo por el uso intensivo de agroquímicos, aumento de procesos erosivos, disminución de la biodiversidad e impactos sobre la salud derivados de la contaminación asociada al uso de paquetes tecnológicos cuyos efectos sociales y ambientales a largo plazo son aún desconocidos.

Con respecto a los usos ganaderos, se han generado varios cambios en la actividad, a partir de un reordenamiento territorial y una reducción de la superficie dedicada a la misma, lo que a su vez ha llevado a un aumento de la carga animal en aquellas áreas que aún quedan disponibles (Paruelo et al., 2005, p. 17). Como consecuencia, se produce sobrepastoreo con la consiguiente caída de los índices de preñez y destete (Rearte, 2007, p. 13). Sin embargo, se observa de acuerdo a Reboratti (2010) que, si bien las zonas con pastizales y pasturas dedicadas a la ganadería han decrecido, las cabezas de ganado no han disminuido probablemente por el uso de feedlots, que permiten agrupar mayor número de cabezas de ganado en un área menor, dejando las áreas disponibles para uso agrícola⁶.

4.2. Indicador: riesgo de contaminación por plaguicidas

El RCP se determina a través del cálculo de un indicador. Es importante destacar que, el valor absoluto del indicador no tiene significado en sí mismo, sino que su utilidad reside en la capacidad de comparar, en este caso, el potencial de contaminación en el Partido en distintos años.

Para realizar la estimación, se determinaron mediante entrevistas, algunos de los principales agroquímicos utilizados en los establecimientos agrícolas del Partido en 2002 y 2015.

Los resultados revelan que muchos de los principios activos de los compuestos químicos aplicados en ambos períodos son esencialmente los mismos, lo que varía es la marca comercial y los valores de venta de los productos. Asimismo, cambia la cantidad aplicada por unidad de superficie en el año y la superficie en la que se emplean.

La Tabla 3 se muestra los principales plaguicidas empleados en las áreas de cultivo en 2002 y 2015, con los parámetros a evaluar en el riesgo de contaminación.

⁶ Respecto de los usos de la tierra como: médanos y playas, usos de cuerpos de agua superficiales y áreas urbanas, no se estudia específicamente en esta investigación, aunque si se pretende profundizar en las mismas en estudios posteriores y utilizando otra metodología de trabajo. Se asume en esta investigación que el uso de la tierra agrícola especialmente, y el ganadero, son las intervenciones que están fuertemente condicionadas por la aptitud agroecológica de estos

sectores. Sin embargo, se observó que en los usos referidos a médanos y playas el porcentaje de crecimiento fue de 14,32%, en los usos de cuerpos de agua superficiales muestran un incremento del 20,13% y también respecto de los usos concernientes al área urbana suben en un 15,73%, por lo tanto, este aumento es relativamente bajo respecto de las transformaciones asociadas al uso referido a agricultura, como el uso de pastizales naturales y pasturas artificiales..

RIESGOS AMBIENTALES. PARTIDO DE TRES ARROYOS. REGIÓN PAMPEANA AUSTRAL. ARGENTINA.

Plaguicidas	DL 50	Ksp	R	Koc	T ½	C 2002	S 2002	RCP 2002
Herbicidas								
Glifosato	0,086	5	4	1	3	11		
2-4 D	0,882	3	4	5	2	1,6		
Dicamba	0,290	3	4	5	2	0,9		
Paraquat	1,840	2	4	1	5	0,9		
Insecticidas								
Cipermetrina	0,061	1	4	2	3	0,3		
Deltametrina	1,000	1	4	3	3	0,3		
Dimetoato	1,074	5	4	5	1	0,6		
Malatión	55,556	2	4	3	1	0,7		
Metamidofos	50,000	5	4	5	1	0,6		
Fungicidas								
Benomil	0,100	1	4	3	5	0,6		
Thiabendazol	0,200	2	4	3	5	0,7		
Tebuconazole	0,063	2	4	2	2	0,7		
Promedios y totales	9,262	2,66	4	3,16	2,75	4,77	232111	0,11
Plaguicidas	DL 50	Ksp	R	Koc	T ½	C 2002	S 2015	RCP 2015
Herbicidas								
Glifosato	0,086	5	4	1	3	16		
2-4 D	0,882	3	4	5	2	1,7		
Dicamba	0,290	3	4	5	2	1,1		
Paraquat	1,840	2	4	1	5	1,2		
Insecticidas								
Cipermetrina	0,061	1	4	2	3	0,6		
Deltametrina	1,000	1	4	3	3	0,7		
Dimetoato	1,074	5	4	5	1	1,3		
Malatión	55,556	2	4	3	1	1,5		
Metamidofos	50,000	5	4	5	1	1,1		
Fungicidas								
Benomil	0,100	1	4	3	5	0,9		
Thiabendazol	0,200	2	4	3	5	0,9		
Tebuconazole	0,063	2	4	2	2	1,0		
Promedios y totales							346100	0,24

Tabla 3 - Riesgo de Contaminación por Plaguicidas en el partido de Tres Arroyos para el año 2002 y 2015. Referencias: DL 50: dosis letal 50 (ton/g); Ksp: solubilidad (g/g); R: permeabilidad (4 corresponde al valor establecido para la Pampa Austral); Koc: coeficiente de adsorción del compuesto por la fase orgánica del suelo (g/g); T½: vida media de los productos utilizados (días); C: cantidad de producto aplicada anualmente por hectárea (l/ha); S: superficie de áreas agrícolas 2002 en el Partido (ha); y RCP: Riesgo de contaminación por plaguicidas en el año señalado. Fuente: Elaboración propia.

RIESGOS AMBIENTALES. PARTIDO DE TRES ARROYOS. REGIÓN PAMPEANA AUSTRAL. ARGENTINA.

Siguiendo el procedimiento especificado en la metodología, el indicador de RCP en 2002 arroja un valor de 0,11, mientras que, en 2015 asciende a 0,24. Este ascenso de 118,1% en el período seleccionado se justifica fundamentalmente por el cambio en las prácticas productivas, entre ellas, el tipo de labranza.

En este sentido, las modalidades de producción varían desde la labranza convencional o tradicional (que implica el laboreo del suelo anterior a la siembra) a la labranza cero o siembra directa, donde se siembra directamente sobre el rastrojo, depositando la semilla en un corte vertical de pocos centímetros. Luego, la siembra directa surge en respuesta a los problemas de pérdida de materia orgánica y de mayor riesgo de erosión, mientras que, para compensar la extracción de nutrientes y la expansión de las plagas, aumentó la fertilización y el uso de plaguicidas. Asimismo, el modelo permite la realización de “doble cultivo anual”, aumentando por lo tanto la superficie existente a cultivar (Vazquez, 2004, p. 123).

Esta situación se genera tanto por el incremento de la superficie a sembrar entre 2002 y 2015, como por el incremento de dosis (litros/hectárea). En relación a esto último, cabe destacar que se ha producido una disminución en la efectividad de los productos fitosanitarios como consecuencia del desarrollo de resistencia por parte de las especies consideradas plagas; y por lo tanto, surge la necesidad del uso de nuevos productos y/o de mayores dosis en períodos de tiempo más cortos, con el fin de obtener el mismo resultado (Somoza et al., 2018).

Los plaguicidas empleados en el control de plagas, en conjunto con los fertilizantes y aditivos que se utilizan para maximizar los rendimientos de las cosechas, poseen un evidente impacto ambiental. Estos productos generan contaminación de suelos, del aire, aguas superficiales y subterráneas, al mismo tiempo que causan la intoxicación de seres vivos, incluyendo al hombre (Badii y Landeros, 2007, p. 27)

4.3. Indicador: riesgo de intervención del hábitat

A fin de dimensionar el impacto de las transformaciones agroproductivas sobre el hábitat original del Partido (bioma de pastizal) y, en consecuencia, sobre la biodiversidad, se utilizó el indicador RIH. Dicho indicador fue calculado para 2002 y 2015, siguiendo el procedimiento detallado en la metodología. En la Tabla 4, se especifican los coeficientes aplicados para cada año y los resultados de RIH obtenidos para los distintos períodos. Se debe considerar que en este trabajo no se estima el riesgo parcial de intervención del hábitat asociado con las áreas ocupadas por agua ni con las correspondientes a médanos y playas. Dado que no se realizaron para este trabajo estudios específicos en estas áreas, se asume que, en las clases de uso de la tierra mencionadas, el riesgo es mínimo ya que las intervenciones están fuertemente condicionadas por la aptitud agroecológica de estos sectores.

RIESGOS AMBIENTALES. PARTIDO DE TRES ARROYOS. REGIÓN PAMPEANA AUSTRAL. ARGENTINA.

	Actividades	cpSupAc	Ce	Or	Pe	Oev	Osv	RPIH	RIH
2002	Agrícolas	0,39	10	7,5	5	0	0	0,865	0,33735
	Ganaderas	0,56	5	7,5	0	0	0	0,481	0,26936
	Urbanas	0,0041	10	7,5	5	2,5	1	1,000	0,0041
	Total								0,610
2015	Agrícolas	0,58	10	7,5	5	0	0	0,865	0,501
	Ganaderas	0,36	5	7,5	0	0	0	0,481	0,173
	Urbanas	0,008	10	7,5	5	2,5	1	1,000	0,0048
	Total								0,679

Tabla 4 - Partido de Tres Arroyos: Riesgo de Intervención del Hábitat entre 2002 y 2015. Referencias: cpSupAc: coeficiente de ponderación que indica la proporción de la superficie del Partido ocupada por la actividad; Ce: coeficiente relativo a la cantidad de especies; Or: coeficiente referido al origen; Pe: coeficiente de periodicidad; Oev: coeficiente de organización de estratos verticales; y Osv: coeficiente de estratos subverticales; RPIH: indicador de riesgo parcial de intervención del hábitat; RIH: indicador de riesgo de intervención del hábitat. Fuente: Elaboración propia.

El cálculo del indicador de riesgo parcial de intervención del hábitat revela que, entre las actividades rurales, las agrícolas ocasionan un mayor impacto sobre el hábitat. Como la ganadería sustituye parcialmente la vegetación nativa, el coeficiente correspondiente a la cantidad de especies se reduce y el relativo a periodicidad no se considera dado que, en general, las especies utilizadas como forraje son perennes.

Lógicamente el indicador de riesgo parcial correspondiente a usos urbanos alcanza el máximo valor (1). Esto se debe a que el ecosistema natural se encuentra completamente sustituido. En este trabajo no se estima el riesgo parcial de intervención del hábitat asociado con las áreas ocupadas por agua. Dado que no se realizaron para este trabajo estudios específicos en los cuerpos de agua, se asume que, en esta clase de uso, el riesgo es mínimo o nulo ya que la presencia de agua limita las distintas intervenciones.

Cuando se incorporan los datos relativos a la superficie de las actividades desarrolladas en la Partido en los distintos años, se verifica que entre 2002 y 2015 existe un incremento en el valor del RIH, el cual asciende de 0,610 a 0,679, luego el RIH muestra un incremento total del 11,3%. Esto se condice con lo planteado por Viggliozzi et al. (2006), el cual indica que dada la capacidad

productiva de la región, los pastizales pampeanos han sido fuertemente sustituidos por agroecosistemas y evidencian, además de un importante nivel de degradación y fragmentación, un escaso grado de conservación. Ese proceso se ha intensificado en las últimas décadas como consecuencia de los fuertes cambios agroproductivos. La agricultura extensiva de principios del siglo XX fue acompañada por una ganadería extensiva de baja productividad y bajo impacto ambiental; a mediados de aquel siglo proliferó una agricultura más tecnificada en rotación con una ganadería semi-extensiva y, a fines del siglo XX, principios del XXI, el sistema mixto agrícola-ganadero fue sustituido. En este nuevo sistema, la agricultura y la ganadería se desacoplaron y se especializaron individualmente dentro de un planteo más intensivo.

5. CONCLUSIONES

Para realizar una evaluación acerca del avance de la agricultura y las transformaciones en el uso del suelo en el partido de Tres Arroyos, se llevó a cabo el análisis de ISC correspondientes a los años 2002 y 2015, las cuales facilitaron la comparación entre las modificaciones en el uso de la tierra.

Los mencionados mapas y sus estadísticos, permiten aseverar que, en el período

RIESGOS AMBIENTALES. PARTIDO DE TRES ARROYOS. REGIÓN PAMPEANA AUSTRAL. ARGENTINA.

de 14 años considerado, la agricultura muestra un crecimiento del 49,11% en detrimento de la ganadería (35,55%). Ese aumento de las áreas agrícolas, se produjo a expensas de áreas cultivadas con pasturas, pero sobre todo de aquellas ocupadas por pastizales naturales que representaban la mayor parte de las tierras ganaderas.

Luego en el presente trabajo, y en base a los resultados analizados a partir de ISC, se analizaron algunos impactos ambientales relevantes, resultados del proceso de agriculturización manifestado en el área estudiada, donde fueron utilizados el RCP y RIH, calculados para los años 2002-2015.

En primer lugar, el RCP mostró un porcentaje de incremento del 11,33% en el período considerado. Esta situación resulta como consecuencia del doble cultivo anual con la siembra directa, y consecuentemente por el incremento en las cantidades de plaguicidas aplicadas por hectárea, principalmente herbicidas.

Prosiguiendo con el análisis, el RIH mostró un incremento del 118,1%, lo cual se traduce en una reducción de la biodiversidad como consecuencia de la introducción de monocultivos, que generan la pérdida, modificación y fragmentación del hábitat. Los resultados demuestran que la agricultura no solo ha avanzado sobre áreas con pasturas, sino también sobre pastizales nativos, que contienen una significativa diversidad de especies originarias que están siendo sustituidas.

En conclusión, el presente trabajo pretende contribuir como base para optimizar el manejo de los sistemas agrícola-ganaderos, a través de la utilización de sensores remotos e indicadores de sustentabilidad, con la finalidad de lograr un diagnóstico ambiental, que permita a futuro generar un plan de gestión ambiental que contribuya a mejorar la situación agropecuaria, procurando disminuir los impactos ambientales en el partido de Tres Arroyos y de la RPA. Siendo un punto relevante a tener en cuenta en futuros estudios la posibilidad de analizar temporalmente las campañas agrícolas anuales, con ISC e

indicadores de sustentabilidad que posibiliten analizar en profundidad lo sucedido tanto a nivel social, económico, político y natural.

El análisis de los indicadores de sustentabilidad, revela la acentuación de los problemas ambientales y se condice con lo expresado por Sarandon y Flores (2014, p. 46), quienes manifiestan que la Revolución Verde logró cultivos muy productivos por unidad de superficie, pero altamente dependientes de insumos que, en muchos casos, los países en “vías de desarrollo” no producían y debían importar. Por otra parte, desde un punto de vista ecológico, el cambio en las características de los genotipos que ahora prevalecían en los agroecosistemas trajo aparejados otros problemas, tales como, contaminación de suelos y aguas por el uso extensivo de agroquímicos, sustitución y simplificación de los ecosistemas nativos con pérdidas de biodiversidad, fragmentación extrema de los ecosistemas, pérdida de suelos, entre otros. No obstante, los problemas mencionados, se evidencia en América Latina una fuerte voluntad por parte de los gobiernos para avanzar en la puesta en marcha de proyectos de desarrollo territorial rural tendientes a resolver algunos de los problemas estructurales del mundo rural (Sili, 2007, p. 18). Por lo tanto, se considera fundamental la planificación ambiental, siendo un punto de partida para la toma de decisiones, capaz de orientar al proceso de desarrollo en un marco de sustentabilidad ambiental, llevando a cabo un proceso organizado de obtención de información, generando una instancia de producción de conocimiento sobre las propiedades de los componentes ambientales que permiten identificar sus potencialidades y las limitaciones de los territorios conforme las condiciones ambientales imperantes.

En función de lo expresado, actualmente existe un consenso sobre la necesidad de alcanzar una agricultura sustentable. La crisis ambiental y socio-económica de la agricultura industrializada ha llevado al surgimiento de la Agroecología como enfoque teórico y metodológico que pretende alcanzar la sustentabilidad agraria desde las perspectivas ecológica, social y económica. La

RIESGOS AMBIENTALES. PARTIDO DE TRES ARROYOS. REGIÓN PAMPEANA AUSTRAL. ARGENTINA.

Agroecología ofrece las bases científicas y metodológicas para las estrategias de transición hacia la construcción de un nuevo paradigma de desarrollo y una agricultura sustentable, convenientes de introducir en el partido de Tres Arroyos y la región, aunque en la actualidad este proceso es realmente incipiente y solo escasos productores al observar los impactos y aumentos de costos económicos comienzan a pensar en realizar nuevas alternativas agrícolas, tales como buenas prácticas agrícolas, agricultura orgánica y otras. Si bien este tipo de sistemas de producción son evaluados a través de certificaciones, esto no resulta suficiente. Por lo tanto, es necesario mejorar el proceso de evaluación, efectuándolo desde un enfoque holístico y sistémico, que tenga en cuenta las diversas dimensiones del concepto de sustentabilidad (Dellepiane y Sarandón, 2008).

6. REFERENCIAS

AIZEN, M.; GARIBALDI, L. y DONDO, M. Expansión de la soja y diversidad de la agricultura argentina. **Revista Ecología Austral**, Buenos Aires, Argentina, vol. 19, nro. 45, p. 54, 2009.

ALTIERI, M. Los impactos ecológicos de los cultivos transgénicos y las razones por la que la biotecnología agrícola es incompatible con una agricultura sostenible. En: SARANDÓN, S. (comp.). **Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable**. La Plata, Editorial: E.C.A., 2002, cap. 11, p. 223-247.

ALTIERI, M. y NICHOLLS, C. Agricultura tradicional y conservación de la biodiversidad. En: ALTIERI, M. y NICHOLLS, C. (comp.), **Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable**. México D.F., México. Editorial: Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental, 2000, pp. 181-192.

BADII, M. y LANDEROS, J. Plaguicidas que afectan a la salud humana y la sustentabilidad. **Revista Cultura Científica y Tecnológica**, Juárez, México, vol. 4, nro. 19, p. 21-34, 2007.

BILENCA, D.; CODESIDO, M.; GONZALES FISHER, E., PÉREZ CARUZI, L.; CARLOS, ZUFIAURRE, E. y ABBA, A. Impacto de la transformación agropecuaria sobre la biodiversidad en la Provincia de Buenos Aires. **Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales**, La Plata, Argentina, vol. 14, nro. 2, p.189-198, 2012.

CABRERA, A. **Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería**. Buenos Aires: Editorial: ACME (TOMO II), 1976.

CISNEROS, JOSÉ; CHOLAKY, CARMEN; CANTERO GUTIERREZ, ALBERTO.; GONZALES, JORGE; REYNERO, MIGUEL., DIEZ, ALEJANDRO.; BERGESIO, Leonardo: Erosión Hídrica. **Principios y técnicas de manejos. Universidad Nacional de Rio Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Servicio de Conservación y Ordenamiento Territorial de Tierras (SECYOT)**. Argentina, Editorial: UNIRIO. Colección Académico Científico. 2012.

CORCUERA, J. y MARTÍNEZ-ORTIZ, U. La expansión agrícola y el ambiente en el contexto global. En: MARTÍNEZ-ORTIZ, U. y TAMBORINI, L. (comp.), **Producción agropecuaria y medio ambiente. Propuestas compartidas para su sustentabilidad**. Buenos Aires, Argentina. Editorial: Fundación Vida Silvestre, 2007, p.43-48.

DELLEPIANE, A. y SARANDÓN, S. Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 3(3). 67-78 p., 2008.

CHANDER, G. y MARKHAM, B. Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges. **Revista IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, Pasadena, U.S.A., vol. 4, nro. 11, p. 2674-2677, 2003.

CHANDER, G.; MARKHAM, B. y BARSÍ, J. Revised Landsat-5 Thematic Mapper Radiometric Calibration. **Revista IEEE Geoscience and Remote**

RIESGOS AMBIENTALES. PARTIDO DE TRES ARROYOS. REGIÓN PAMPEANA AUSTRAL. ARGENTINA.

- Sensing Letters**, Pavia, Italy, vol. 4, nro. 3, p. 490-494, 2007.
- DONALD, P. Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. **Conservation Biological**, Montpellier, France, vol. 18, p. 17-37, 2004.
- HOOVER, D.; CHAPIN, III S.; EWEL, J.; INCHAUSTI, P. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. **Ecological Monographs**, Washington, U.S.A., 75(1), 2005.
- LOVELAND, T. y DWYER, J. Landsat: building a strong future. **Remote Sensing of Environment**, Minnesota, USA, vol. 122, p. 22–29, 2012.
- PARUELO, J.; GUERSCHMAN, J. y VERÓN, S. Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. **Revista Ciencia Hoy**, Buenos Aires, Argentina, vol. 15, nro. 87, p.14-23, 2005.
- REBORATTI, C. A sea of soybean: Consequences of the new agriculture in Argentina. **Revista De Geografía Norte Grande**, Santiago, Chile, vol. 45, p. 63-76, 2010.
- REARTE, D. **La producción de carne en Argentina. Informe Programa Carnes**. Argentina. Editorial: INTA. 2007. 1-25 p.
- ROY, D.; KOVALSKYY, V.; ZHANG, H.; VERMOTE, E.; YAN, L.; KUMAR, S. and EGOROV, A. Characterization of Landsat-7 to Landsat-8 reflective wavelength and normalized difference vegetation index continuity. **Remote Sensing of Environment**. Minnesota, USA, vol. 185, p. 57–70, 2016.
- SARANDÓN, S. y FLORES, C. **Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables**. La Plata, Argentina. Editorial: Universidad Nacional de La Plata, 2014.
- SILI, M. **Fragmentación territorial y desarrollo rural; nuevas interpretaciones y propuestas para el desarrollo de los territorios rurales en un contexto de globalización**. Buenos Aires. Serie Desarrollo Sustentable, Documento de Trabajo Banco Mundial, 2007.
- SOMOZA, A.; VAZQUEZ, P. y ZULAICA, L. Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas para la gestión ambiental rural. **Revista RIA**, Buenos Aires, Argentina (en Prensa). 2018.
- SOUDANI, K.; FRANCOIS, C.; LE MAIRE, G.; LE DANTEC, V. y DUFRÊNE, E. Comparative analysis of IKONOS, SPOT, and ETM+ data for leaf area index estimation in temperate coniferous, and deciduous forest stands. **Revista Remote Sensing of Environment**, Minnesota, USA, vol. 102, nro. 1, p.161-175, 2006.
- TOMASO, J. Cebada cervecera en la Argentina. **IDIA XXI, I.N.T.A. Bordenave**, vol. 4, nro. 6, p. 210-216, 2004.
- VAZQUEZ, P. Comparación temporal de la sustentabilidad de dos modalidades de producción agrícolas (Tandil, Argentina). Tesis de Licenciatura en Diagnóstico y Gestión Ambiental, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil, Argentina. 2004. 185p.
- VAZQUEZ, P.; ZULAICA, L.; SEQUEIRA, N. y DAGA, D. Expansión agrícola y potenciales implicancias sobre los servicios ecosistémicos en los paisajes del partido de Necochea, Buenos Aires, Argentina. **Revista Acta Geográfica**. vol. 13, nro. 31, p. 171-196, 2019.
- VAZQUEZ, P.; ZULAICA, L.; MICKELSEN, C. y SACIDO, M. **Zonificación ecológica y expansión agropecuaria en el partido de Tres Arroyos: un estudio de caso en la Región Pampeana Argentina**. V Jornadas Nacionales de Investigación en Geografía Argentina XI Jornadas de Investigación y Extensión del Centro de

RIESGOS AMBIENTALES. PARTIDO DE TRES ARROYOS. REGIÓN PAMPEANA AUSTRAL. ARGENTINA.

Investigaciones Geográficas. Tandil. Buenos Aires. Argentina. 2018.

VAZQUEZ, P.; ZULAICA, L. y SEQUEIRA, N. Tasas de cambio de uso del suelo y agriculturización en el partido de Lobería, Argentina. **Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias**. vol. 17., nro. 39., p.28-36, 2017.

VAZQUEZ, P., ZULAICA, L. Y REQUESENS, E. Análisis ambiental de los cambios en el uso de las tierras en el partido de Azul (Centro Bonaerense). **Revista Agriscientia**. vol. 33, nro. 1., p. 1-12, 2016.

VAZQUEZ, P.; SACIDO M. y ZULAICA, L. Indicadores de sustentabilidad en las Unidades Agroecológicas de la Cuenca del río Quequén Grande (Argentina). **CAMPO-TERRITÓRIO: Revista de Geografia Agrária**, v. 9, n. 19, p. 118-148, 2014.

VIGLIZZO, E. **Manual AGRO-ECO-INDEX**. Buenos Aires, Editorial: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2003.

VIGLIZZO, ERNESTO., FRANK, F., BERNARDOS, J., BUSCCHIAZO, D. y CABO, S. A rapid method for

assessing the environmental performance of commercial farms in the pampas of Argentina. **Environmental Monitoring and Assessment**, Maine, USA vol. 117, p. 109 - 134, 2006.

VIGLIZZO, E. y JOBBÁGY, E. **Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental**. Buenos Aires, Editorial: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2010.

VOGELMANN, J.; GALLANT A.; SHI H. and ZHU, Z. Perspectives on monitoring gradual change across the continuity of Landsat sensors using time-series data. **Remote Sensing of Environment**, Minnesota, USA, p. vol.185, 258-270, 2016.

WILSON, C. and TISDELL, C. Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. **Ecological Economics**, New Hampshire, USA, vol.39, 449-462, 2001.

YOUNG, N.; ANDERSON, R.; CHIGNELL, S.; VORSTER, A.; LAWRENCE, R. and PAUL, H. A survival guide to Landsat preprocessing. **Ecology**, California, UASA, vol. 98, nro. 4, p. 920–932, 2017.